

非矩形仮定すべり土塊を仮定した三次元多平面安定解析による崩壊源規模の推定

神戸大学工学部 正会員 沖村 孝
西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○鈴木洋平
神戸大学大学院 学生員 森本功彦

1. はじめに

表層崩壊の崩土に起因する土石流の堆積域を推定するには、崩壊の位置および土量を知ることが必要である。このため一昨年度の支部年講において崩壊源の大きさを予測する手法として、三次元多平面安定解析手法を提案し¹⁾、昨年はその解の妥当性を検討した²⁾。それらの際には、矩形のみを仮定すべり土塊として設定し崩壊源規模の推定を行っていたが、山腹斜面に発生する斜面崩壊が必ずしも矩形に近似できる形状で発生するとは限らない。そのため、本報では仮定すべり土塊形状が矩形形状に限らず、より自由度の大きな形状で設定できる手法を提案する。さらにこの手法により設定された非矩形仮定すべり土塊に三次元多平面安定解析手法を適用し、過去に崩壊が生じた斜面を対象として崩壊源規模の推定を行ったので、その結果についても報告する。

2. 非矩形仮定すべり土塊設定手法の提案

三次元多平面安定解析手法では個々の分割柱で内部力を含めた力がつり合っていると仮定している。さらに仮定すべり土塊内の隣接し合う分割柱では、その境界面に作用する内部力がつり合っていると仮定している。そのため、仮定すべり土塊を非矩形形状とする場合、仮想壁面上での力の伝達に矛盾が生じないように、形状設定の際に、ある制約条件を設ける必要がある。その制約条件を以下にあげる(図-1①~④参照)。
①列内孤立分割柱設定禁止条件、②仮定すべり土塊内分割柱連続条件、③仮定すべり土塊形状凹型禁止条件、④仮定すべり土塊下流端連続条件。非矩形形状の設定は以上の制約条件を踏まえながら、各分割柱の基岩の一次傾向面の勾配方向を参考に設定した。以下本報では分割柱のことをセルと称する。一昨年度提案した手法では危険セルの基岩勾配方向に崩壊が起こると仮定している¹⁾が、現実には、その方向とある角度以上(本報では 38° とする)かけ離れた基岩勾配方向を持つセルが、その方向に崩壊するとは考えにくい。このため本報では解析対象領域(7×7)内で、まず第一段階として基岩勾配方向がすべり方向と大きく異なるセルを非崩壊セルとして除去することとした(図-2参照)。次に、危険セルより上流側に非崩壊セルが存在する時は、そのセルより上流側のセルは非崩壊セルに遮られて崩壊しないものとして全て非崩壊セルとし、また滑落崖で凸型を形成するいくつかのシーンを設定する。この場合シーンは3通り設定される(図-3参照)。次にこれらのシーンそれぞれについて危険セルを含むあらゆる矩形仮定すべり土塊を設定した後に上述の制約条件を満足するように非崩壊セルを設定した(図-4参照)。このようにして得

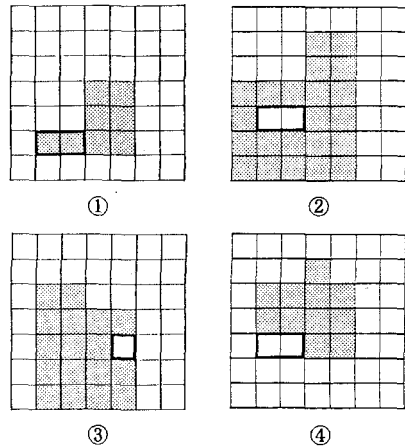


図-1 各制約条件に触れる形状
(アミ目は仮定すべり土塊、太線枠の部分が触れる場所)

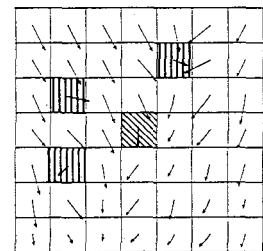
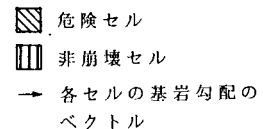


図-2 基岩勾配方向による非崩壊セルの設定



られる非矩形形状は非崩壊セルを除外することにより得られた形状である。このため、第二段階ではこのようにして得られた非矩形仮定すべり土塊を対象として、さらに上述の制約条件に触れないようなセルの組み合わせ全ての非矩形仮定すべり土塊を設定することとした。

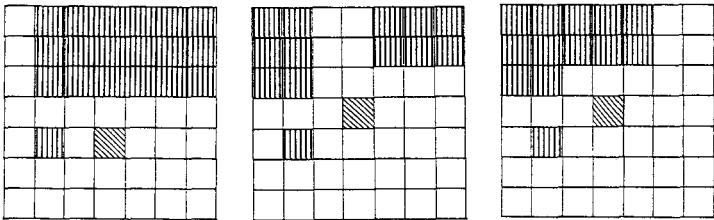


図-3 シーンの設定

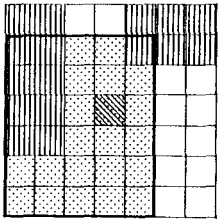


図-4 シーンBにおける非矩形
仮定すべり土塊設定の一例
(太線枠は矩形仮定すべり土塊)

凡 例

- 危険セル
- 非崩壊セル
- 非矩形仮定すべり土塊

3. 自然斜面への適用結果

ここでは、前節で提案した手法を用いて設定した非矩形仮定すべり土塊に、三次元多平面安定解析手法を適用し非矩形仮定すべり土塊の安全率を求めた。解析対象地としては昭和42年7月の豪雨で多数の崩壊が発生した神戸市灘区箕岡通4丁目の摩耶ケーブル下駅後背部に位置する六甲山系摩耶山麓の崩壊地を選んだ。表土層厚は現地調査により求めた値を格子点データに補間することによって設定した。また、現地サンプリング試料で一面セン断試験を行い、 $c' = 0.38 \text{ tf/m}^2$ 、 $\tan \phi' = 0.58$ 、 $\gamma_s = 1.47 \text{ tf/m}^3$ をモデルに入力した。格子間隔は5mとした。次に、既崩壊源の中央部分を危険セルと仮定し、これを中心として7×7のセルで表される領域を解析対象領域とした。この解析対象領域内で前節で提案した手法によって危険セルを必ず含む形状で、あらゆる非矩形仮定すべり土塊を設定し、これらすべてに三次元多平面安定解析手法を適用して安全率を求め、そのなかで最も低い安全率を示す仮定すべり土塊を「危険すべり土塊」とした。その結果を図-5に示す。また図-6に従来の矩形仮定すべり土塊を設定して得られた結果を示す。これらの図で、ブロックダイアグラムは解析対象領域を、黒いセルは危険セルを、斜線部分は得られた危険すべり土塊を示している。これらより、非矩形仮定すべり土塊を設定した場合、崩壊源の長さ、崩壊源の下流端部の幅をより近似できた形状で予測できており、矩形形状を設定した場合に比べて、実際の崩壊形状をより再現しているといえる。これより、本報で提案した非矩形形状設定法は自然斜面の崩壊形状を再現できる可能性のあることが明らかになった。

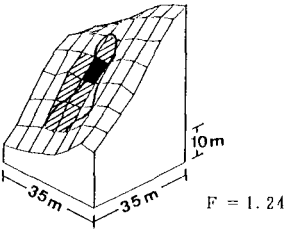


図-5 解析結果（非矩形
仮定すべり土塊を
設定した場合）

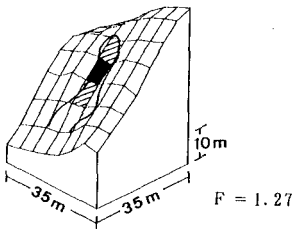


図-6 解析結果（矩形
仮定すべり土塊
を設定した場合）

参考文献 1) 沖村孝・西尾成夫・前田勉：三次元多平面安定解析による斜面崩壊規模の予測について、平成2年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、1990。 2) 沖村孝・前田勉・鈴木洋平：三次元多平面安定解析を他の手法から得られる安全率の比較、平成3年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、1991。